



SERTIFIKAT

Diberikan kepada

Agus Martono HP

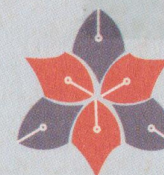
Ktas partisipasinya sebagai

Pemakalah

Pada Seminar dan Rapat Tahunan
(SEMIRATA) ke - 21 Badan Kerjasama
PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu MIPA di
Universitas Bengkulu tanggal 13-14 Mei 2008

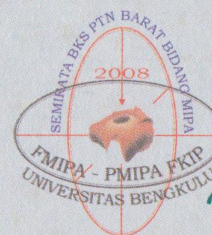
Koordinator Bidang Ilmu MIPA
BKS-PTN Wilayah Barat

Dr. Zulkifli Dahlan, M.Si, DEA
NIP. 130 686 230



BKS PTN BARAT
Bidang Ilmu MIPA

B6



Bengkulu, 14 Mei 2008
Ketua Panitia

Drs. Suwarsono, MS
NIP. 131 650 530

Efek Persentase Volume Pelarut Dalam Ekstraksi Cair-Cair Asam-Asam Karboksilat Dari Limbah Cair Agroindustri

Agus Martono HP dan Charles Banon

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi limbah cair industri kelapa sawit yang mengandung asam lemak bebas karena berbau busuk. Selanjutnya, ingin mengetahui perbedaan kemampuan ekstraksi antara pelarut Tributylfosfat (TBF) dan pelarut Triethylfosfat (TEF) sebagai pelarut organo fosfor. Serta perbandingan kemampuan ekstraksi antara pelarut Triisooktilamine (TIOA) dengan Trialkilamine (TAA), sebagai pelarut amina tersier rantai panjang. Agar proses ekstraksi berjalan baik, pada penelitian ini juga akan dipergunakan pelarut pendamping / *diluent* Dodekan untuk kedua pelarut organo fosfor (TBF+TEF) (Malmay et al, 2000; Wennersten.R, 1980) dan 1-Oktanol sebagai *diluent* pelarut amina tersier rantai panjang (TIOA+TAA) (Malmay.G,1998; Juang and Huang,1997; King and Poole, 1991). Adapun asam karboksilat yang akan dipergunakan adalah asam butirat dengan konsentrasi 5 g/L dan 10 g/L sebagai limbah model. Metode yang digunakan adalah ekstraksi cair-cair. Perbandingan volume antara pelarut organik terhadap *diluent*nya mulai dari 30 % - 80% (v/v) dan variasi konsentrasi pelarut amina tersier rantai panjang 0,2 M – 0,7 M terhadap campuran dengan *diluent*nya. Sedangkan perbandingan volume antara fasa organik (pelarut organik + *diluent*) dengan fasa airnya (larutan asam butirat dalam air) adalah 1 : 1. Campuran fasa organik dengan fasa air kemudian dikocok selama 3 jam sebagai proses kontak ekstraksinya, kemudian didiamkan selama 2 jam untuk penyempurnaan proses pemisahannya. Instrument yang dipergunakan untuk menganalisa dipergunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan Spektroskopi Infra merah (IR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan dodekan pada proses ekstraksi mempengaruhi hasil ekstraksi dan proses dekantasi. Koefisien partisi terbesar yang diperoleh dari penelitian pada persentase TBP 100% yaitu sebesar 0,76 yang mampu mengekstraksi asam malat sebesar 43,2%. Akan tetapi pada persentase volume TBP 90% dan 100%, kenaikan koefisien partisi dari persentase sebelumnya sangat kecil, dan pada proses dekantasi mengalami kesulitan dalam memisahkan fase air dengan fase organiknya. Dari Persentase volume TBP yang terbaik dalam mengekstraksi asam malat adalah pada 80% dengan koefisien partisi sebesar 0,70.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang agro-industri, termasuk industri gula tebu, akhir-akhir ini memang sangat menggembirakan, namun dibalik kesuksesan tersebut ternyata pada proses produksinya telah menimbulkan polusi pada pembuangan residu cairnya, yang kian lama menjadi semakin kompleks dan sukar untuk ditanggulangi. Apalagi pembuangan residu yang merupakan limbah cair tersebut biasanya langsung dibuang ke sungai sehingga dapat mengganggu flora maupun fauna yang hidup di perairan. Bahkan dapat pula mengganggu kesehatan manusia, apabila air sungai tersebut dikonsumsi langsung oleh manusia di sekitarnya. Diantara residu cair tersebut terkandung asam-asam karboksilat

seperti asam sitrat, asam laktat, asam malat dan asam-asam lain dalam jumlah yang cukup dapat mengganggu kelestarian lingkungan.

Dengan demikian perlu ditemukan cara yang tepat untuk mengatasi permasalahan ini, agar residu cair dari agroindustri khususnya industri gula tebu tidak mencemari lingkungan perairan. Penelitian ke arah ini telah banyak dilakukan, diantaranya dengan sistem pengendapan, sistem destilasi dan sistem pengomplekskan dari asam-asam karboksilatnya, namun masih dinilai kurang ekonomis.

Adapun cara yang tepat untuk mengatasi permasalahan ini adalah menggunakan cara ekstraksi cair-cair. Kelebihan cara ini adalah pada teknik pengoperasiannya sangat mudah, hemat energi dan hasil ekstraksinya dapat mencapai kemurnian yang tinggi. Sehingga dapat bermanfaat ganda, yaitu dapat membersihkan lingkungan perairan dari polusi limbah cair dan asam-asam karboksilat hasil ekstraksi ini dapat dijual kembali karena memiliki kemurnian yang tinggi (Juang, R-S., Huang, R-H., 1996).

Ekstraksi cair-cair adalah suatu metode pemisahan secara kimia-fisika dengan menggunakan campuran pelarut organik homogen yang dapat memisahkan satu atau beberapa senyawa sebagai zat terlarut pada fasa cair, ke dalam fasa organik dari pelarut tersebut (Cusack, R.W., 1996). Salah satu keuntungan metoda ini secara kimiawi adalah dapat dipergunakan untuk meng-ekstraksi senyawa-senyawa yang memiliki titik didih rendah atau mendekati titik didih air (Lo, T.C et al., 1983).

Mekanisme kerja dari metode ekstraksi ini ada dua tahap, pertama adalah kontak langsung antara pelarut organik pada fasa organik (tidak larut dalam air) dengan fasa cair (Rafina) mengandung asam-asam yang akan dipisahkan pada selang waktu tertentu. Tahap kedua adalah proses dekantasi dari kedua fasa (cair dan organik), dimana fasa organik yang mengandung pelarut beserta senyawa yang diekstraks berada diatas dan fasa cair yang sudah tidak mengandung senyawa berada di bawah. Agar proses dekantasi dapat berlangsung dengan baik, maka diperlukan perbedaan berat jenis antara fasa cair dan fasa organik sebesar mungkin dan tidak terjadi saling melarut dari kedua fasa tersebut. Sedangkan pelarut organik yang dipergunakan pada sistem ini adalah merupakan campuran dari dua jenis pelarut organik dengan fungsi masing-masing pelarut yang berbeda. Pelarut pertama sebagai peng-ekstraks dan lainnya adalah merupakan diluent yang berfungsi mempermudah transfer dari fasa cair ke fasa organiknya (Lo, T.C et al., 1983). Sehingga komposisi campuran pelarut organik ini sangat besar pengaruhnya terhadap kemampuan daya ekstraksnya. Pemakaian pelarut organik dalam metoda ekstraksi harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain harus memiliki perbedaan massa jenis lebih dari 10% dengan

fasa cair, harga viskositas rendah (dibawah 5 mPa.s) dan tegangan permukaan rendah (Bailes,P.J., 1976).

Pada penelitian ini akan dipergunakan Tributyl phosphat (TBP) sebagai pelarut jenis organo phospor, sedangkan pelarut pendampingnya (*diluent*) dipergunakan Dodekan, dengan komposisi volume pelarut dengan *diluent* mulai dari 10% sampai dengan 70% volume TBP yang sekaligus menjadi variabel dalam penelitian ini. Keuntungan cara ini adalah teknik pengoperasiannya sangat mudah, menggunakan energi yang rendah dan hasil ekstraksinya dapat mencapai kemurnian yang tinggi.

II. METODE PENELITIAN

Sampel dalam penelitian ini adalah merupakan simulasi sampel yang mempunyai kesamaan komposisi dan konsentrasi dengan limbah cair industri gula tebu, yaitu mengandung 5 g/l asam malat dan 5 g/l asam sitrat merupakan sampel A, serta mengandung 10 g/l asam malat dan 10 g/l asam sitrat yang disebut sebagai sampel B.

Pembuatan sampel A dan B beserta campuran pelarut organik dengan diluentnya dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA, dilanjutkan dengan proses ekstraksi dan proses regenerasi pelarutnya sehingga akan didapatkan kembali pelarut yang murni dan siap digunakan pada proses ekstraksi selanjutnya.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen yaitu melakukan proses ekstraksi dari campuran asam malat dan asam sitrat yang dilarutkan dalam air dengan menggunakan pelarut organik TBP beserta Dodekan yang merupakan diluentnya. Kemudian hasilnya dianalisa dengan menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Seluruh kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium di lingkungan Universitas Bengkulu.

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pengekstraksi, timbangan listrik dan analitik, sejumlah peralatan gelas dan seperangkat HPLC. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa bahan-bahan kimia seperti ; asam malat serbuk, asam sitrat serbuk, H_2SO_4 pekat, larutan Tributylphosphat, larutan Dodekan, NaOH pekat dan Aquades.

a. Preparasi sampel dan Proses Ekstraksi

- Menimbang dengan teliti 5 gram asam malat dan 5 gram asam sitrat, kemudian masing-masing zat tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur, dilarutkan dengan

aquades hingga volume tepat pada tanda satu liter untuk preparasi sampel **A**. Menimbang dengan teliti 10 gram untuk masing-masing asam, hal sama seperti diatas untuk preparasi sampel **B**.

- Menuang pelarut organik TBP dan Dodekan kedalam gelas ukur secara terpisah, kemudian mencampurkannya untuk mendapatkan campuran pelarut organik yang homogen, dibantu diaduk dengan magnet stirer. Adapun komposisi campurannya sesuai tujuan dari penelitian ini, yaitu mulai campuran 10% volume dalam TBP + 80% volume dalam Dodekan hingga 80% volume dalam TBP + 10% volume dalam Dodekan.
- Mencampurkan larutan dari sampel **A** dengan pelarut organik yang berisi TBP + Dodekan kedalam labu dalam ekstraktor dalam berbagai macam komposisi, demikian pula untuk sampel **B**.
- Melakukan proses ekstraksi liquid-liquid selama 3 jam untuk masing-masing sampel diatas, kemudian dilanjutkan dengan proses dekantasi selama 1 – 2 jam. Setelah terjadi pemisahan fasa cair dan fasa organik, masing-masing fasa dianalisa dengan HPLC.

b. Analisa dengan HPLC.

- Setelah terjadi pemisahan kedua fasa tersebut diatas, dilakukan preparasi sampel berikut untuk memenuhi standar analisa kedalam sistim analisa HPLC untuk kedua fasa tersebut. Hal ini dilakukan untuk seluruh variasi konsentrasi pelarut dari sampel **A** dan **B**.
- Melakukan analisa hasil ekstraksi dari sampel **A** dan **B** dengan HPLC.

c. Ekstraksi Balik/ Regenerasi Pelarut

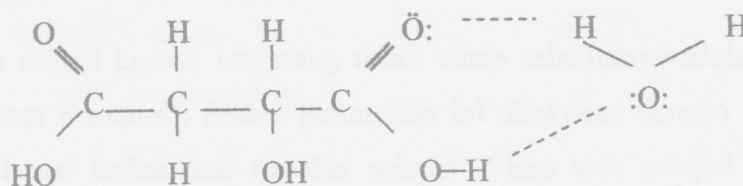
- Volume pelarut organik yang tersisa dari berbagai variasi konsentrasi diatas dilakukan ekstraksi balik dengan menggunakan asam sulfat dari berbagai perbandingan rasio pelarut.
- Melakukan hal sama dengan diatas dengan menggunakan natrium hidroksida sebagai regeneratornya.
- Seluruh fasa cair dari hasil ekstraksi balik dianalisa kembali dengan HPLC untuk mengontrol apakah seluruh pelarutnya sudah bersih dari asam-asam organik tersebut diatas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fase Air (Asam Malat dalam air)

Dalam penelitian ini sampel limbah asam malat yang digunakan bukan limbah sebenarnya, tetapi menggunakan larutan model yang berisi asam malat, hal ini disebabkan di Bengkulu belum adanya industri gula tebu. Larutan model dibuat dengan melarutkan 5 gr asam malat dengan akuades hingga 1 liter. Ketika asam malat dilarutkan dalam akuades, asam malat tersebut dapat larut dengan baik dalam air. Hal ini karena asam malat yang bersifat polar, sehingga asam malat dapat larut dalam air. Antara asam malat dengan air akan membentuk ikatan hidrogen, karena asam malat yang memiliki sepasang elektron menyendiri dari atom oksigen yang elektronegatif akan menarik atom hidrogen pada air yang parsial positif sehingga terjadi ikatan hidrogen (Wilbraham dan Matta, 1992). Ikatan hidrogen antara asam malat dengan air dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

Sifat ikatan hidrogen yang kuat dan sulit untuk memutuskannya, maka diperlukan suatu pelarut yang mampu memutuskan ikatan hidrogen antara asam malat dengan air, biasanya pelarut yang memiliki gugus yang lebih elektronegatif daripada ikatan hidrogen antara asam malat dengan air.



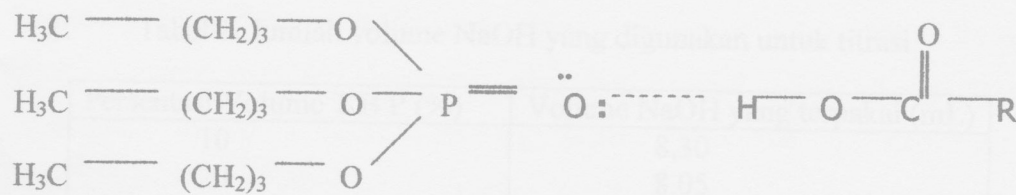
Gambar 1. Ikatan Hidrogen antara Asam Malat dengan Air

B. Ekstraksi Cair-cair

Ekstraksi cair-cair (*liquid-liquid extraction*) adalah salah satu metode pemisahan suatu zat dari fase cairan yang satu ke fase cairan yang lain. Proses ekstraksi cair-cair asam malat dengan pelarut TBP dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu setelah fase air dan fase organik dicampur, lalu dilakukan pengocokan yang bertujuan agar fase air yang berisi asam malat yang akan dipisahkan dengan fase organik yang tidak saling larut terjadi kontak langsung. Pada saat terjadi kontak langsung ini, diharapkan akan terjadi distribusi asam malat ke fase organik, dimana TBP akan mengikat asam malat dengan memutuskan ikatan antara asam malat dengan air. Kemampuan TBP dalam memutuskan ikatan antara

asam malat dengan air yang memiliki ikatan hidrogen yang kuat, dipengaruhi adanya gugus fosforil pada TBP tersebut.

Gugus fosforil merupakan ikatan antara oksigen dan fosfor dalam TBP yang bersifat sebagai basa lewis yang lebih kuat daripada ikatan hidrogen antara asam malat dengan air, karena ikatan antara atom O dengan atom P lebih elektronegatif dari pada ikatan hidrogen antara atom H dengan O pada air dan asam malat, yang disebabkan adanya ikatan rangkap antara atom O dengan atom P, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Ikatan antara asam karboksilat dengan pelarut TBP

Adanya gugus fosforil pada TBP yang berfungsi sebagai basa lewis, akan mengakibatkan peningkatan koefisien partisi pada pemisahan asam malat dari fase airnya (Duarte, dalam Putranto, 2003).

Setelah terjadi kontak langsung, maka tahap selanjutnya adalah proses pemisahan kedua fase atau dekantasi. Proses pemisahan ini dilakukan dengan mendingkan corong pisah yang berisi kedua fase tersebut selama 2 jam atau sampai kedua fase terpisah sempurna yaitu dengan terbentuknya dua lapisan. Pada proses dekantasi untuk persentase volume TBP 10% hingga 80% tidak terjadi kendala, setelah didiamkan selama 2 jam antara fase air dan fase organik dapat terpisah sempurna. Namun pada persentase volume TBP 90% dan 100% saat proses pemisahan, setelah didiamkan selama 2 jam ternyata antara fase air dan fase organik belum terpisah sempurna. Hal itu tampak pada fase air masih terlihat agak keruh bila dibandingkan pada fase air saat pemisahan pada persentase volume TBP 10% yang jernih selain itu, pada fase airnya terdapat gelembung-gelembung yang merupakan fase organik. Hal ini disebabkan karena perbedaan massa jenis fase air dan fase organik semakin kecil dengan semakin sedikitnya penambahan dodekana pada TBP.

C. Penentuan Harga Koefisien Partisi

Telah diuraikan sebelumnya bahwa koefisien partisi merupakan salah satu indikator kemampuan pelarut untuk mengekstraksi asam malat yang ada dalam fase airnya. Dimana

koefisien partisi merupakan perbandingan antara konsentrasi zat terlarut pada fase organik dengan konsentrasi pada fase airnya.

Penentuan fraksi massa zat terlarut dilakukan dengan metode titrasi asam-basa. Setelah masing-masing fase air dari setiap persentase volume TBP dipisahkan pada proses dekantasi, masing-masing diambil sebanyak 10 mL kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1N yang telah distandarisasi sebelumnya, setelah itu maka akan didapat jumlah NaOH yang digunakan dalam titrasi dari masing-masing persentase volume TBP seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah volume NaOH yang digunakan untuk titrasi

Persentase Volume T B P (%)	Volume NaOH yang terpakai (mL)
10	8,30
20	8,05
30	7,70
40	7,40
50	6,80
60	6,30
70	5,65
80	5,15
90	5,05
100	5,00

Setelah diketahui volume NaOH yang terpakai dalam titrasi, maka dapat diketahui normalitas, molaritas dan jumlah asam malat yang terlarut pada fase air. Kemudian dapat dihitung pula jumlah dan molaritas asam malat pada fase airnya. Dari hasil konsentrasi asam malat pada fase air dan fase organik yang telah didapatkan maka akan didapatkan koefisien partisinya seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien Partisi dari asam malat terhadap persentase volume TBP

Persentase Volume T B P (%)	Koefisien Partisi (M)
10	0,06
20	0,09
30	0,14
40	0,19
50	0,29
60	0,40
70	0,54
80	0,70
90	0,73
100	0,76

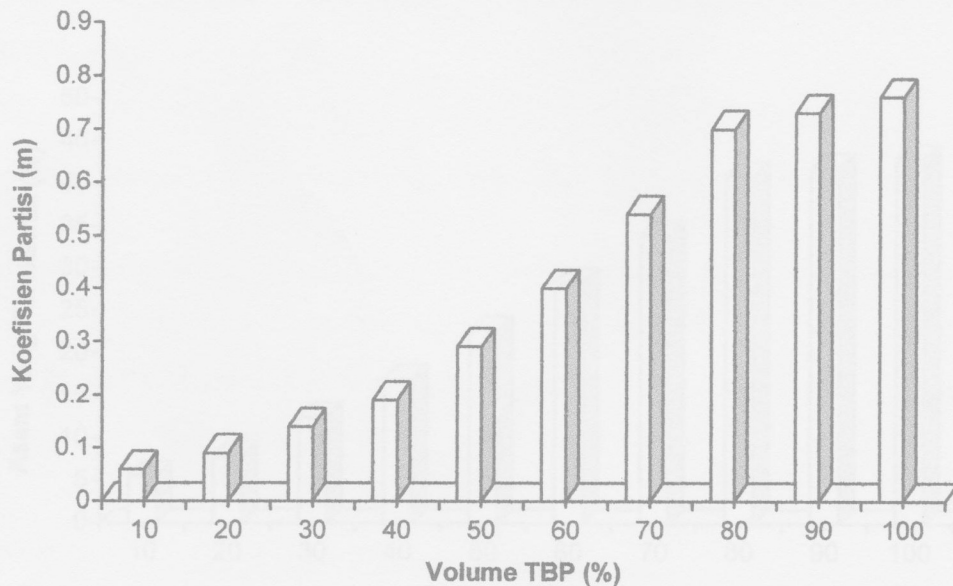
Berdasarkan koefisien partisi yang diperoleh dari masing-masing persentase volume TBP pada Tabel 2, terlihat bahwa terjadi kenaikan koefisien partisi untuk asam malat, seiring dengan naiknya persentase TBP. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kenaikan konsentrasi TBP dalam komposisi pelarut tersebut akan menaikkan kemampuan basa lewis, yang berarti akan meningkatkan kekuatan gugus fosforil yang berfungsi memutus ikatan Hidrogen antara asam dengan air (Duarte dalam: Putranto, 2003).

D. Pengaruh penambahan Dodekana terhadap daya partisi TBP

Pelarut TBP memang memiliki daya partisi yang tinggi namun pelarut ini memiliki satu kelemahan yaitu memiliki viskositas yang relatif tinggi (3,56 mPa.s) dan massa jenis yang mendekati satu ($0,98 \text{ kg.dm}^{-3}$) sehingga pelarut ini sedikit larut dalam air. Untuk mengatasi kekurangan tersebut maka ditambahkan dodekana sebagai pelarut pendamping. Dodekana ini merupakan senyawa alifatik rantai lurus biasa yang inert, tidak mengandung gugus fungsional dan bersifat nonpolar serta memiliki massa jenis sebesar $0,74 \text{ kg.dm}^{-3}$, sehingga pelarut ini mampu menutupi kekurangan pelarut TBP yang sedikit larut air menjadi tidak larut dalam air. Diantara TBP dengan dodekana tidak terjadi reaksi, karena dodekana yang bersifat inert maka kedua pelarut tersebut hanya saling melarut saja.

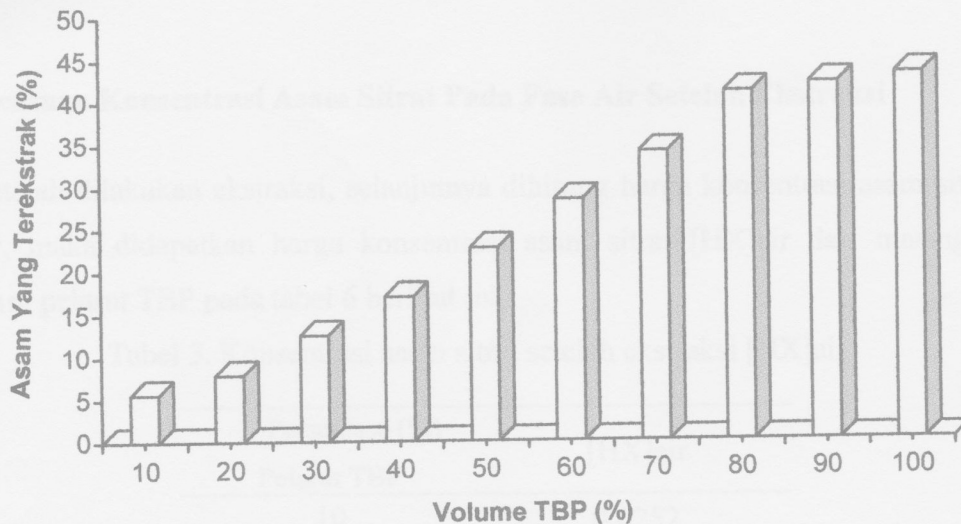
Dalam penelitian ini, proses ekstraksi asam malat dari limbah cair dengan menggunakan pelarut organik tributilfosfat (TBP) ditambah dengan Dodekana sebagai pelarut pendamping. Persentase volume TBP divariasikan mulai dari 10% hingga 100% hal ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan dodekana terhadap daya partisi TBP tersebut.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa dari variasi persentase volume TBP mulai 10% sampai 100% terjadi kenaikan koefisien partisi. Pada persentase volume TBP 10%, koefisien partisi yang di hasilkan sangat kecil yaitu sebesar 0,06. Hal ini menunjukkan buruknya pelarut ini dalam memisahkan asam malat dari fase airnya, karena pada persentase TBP 10% komposisi dodekana lebih dominan dari pada TPBnya. Pada campuran pelarut ini yang memiliki daya partisi adalah TBP sehingga kekuatan gugus Fosforil menurun dengan semakin banyaknya penambahan dodekana. Harga koefisien partisi tertinggi adalah pada persentase volume TBP 100% yaitu 0,76 ini menunjukkan pada persentase ini pelarut memiliki kemampuan mengekstraksi asam malat paling banyak.



Gambar 3. Hubungan Presentase TBP terhadap Koefisien partisi (m)

Kenaikan koefisien partisi optimum terjadi pada persentase volume TBP 80%. Sedangkan pada persentase volume TBP 90% dan 100% kenaikan selisih nilai koefisien partisinya kecil dari persentase volume sebelumnya ini terlihat dari Gambar 3. Setelah persentase volume TBP 80% ke 90% hanya terjadi kenaikan koefisien partisi yang kecil yaitu 0,70 untuk 80% dan 0,73 untuk 90%. Kecilnya kenaikan koefisien partisi pada volume TBP 90% dan 100% bila dibandingkan dengan persentase volume TBP sebelumnya, ini karena sifat hidrodinamik antara fase air dengan fase organik yang disebabkan viskositas TBP yang tinggi dan harga massa jenis yang mendekati satu, sebagai akibat kecilnya konsentrasi dodekana dalam campuran pelarut organik tersebut, sehingga saat proses dekantasi atau pemisahan antara fase air dengan fase organik terjadi kesulitan dimana setelah dilakukan dekantasi selama 2 jam seperti halnya pada volume TBP yang lain belum terjadi pemisahan sempurna, akibatnya sebagian asam malat sulit untuk terikat atau terekstraksi oleh pelarut TBP. Sehingga pada persentase volume TBP 90% dan 100% ini kurang baik untuk proses ekstraksi asam malat dari fase airnya.



Gambar 4. Hubungan Persentase Volume TBP terhadap Persen Asam yang terekstraksi

Dari Gambar 4, terlihat bahwa semakin naiknya volume TBP maka semakin naik pula persentase asam malat yang terekstraksi oleh TBP. Hal ini sesuai bila koefisien partisi semakin besar maka kemampuan pelarut dalam mengekstraksi asam malat dari fase airnya semakin besar (Khopkar, 2002). Pada volume TBP 10% hanya mampu mengekstrak asam sebesar 5,7 %, sedangkan asam malat yang terekstrak paling banyak terjadi pada 100 % yaitu sebesar 43,2 %.

Jika dilihat dari hasil penelitian, dari variasi persentase volume TBP terhadap dodekana yang digunakan untuk mengekstraksi asam malat dari fase airnya, persentase volume yang memberikan hasil maksimal adalah pada persentase volume TBP 80%. Karena pada persentase volume TBP 100%, meskipun koefisien partisinya besar dan mampu mengekstraksi asam lebih banyak, akan tetapi selain selisih kenaikan koefisien partisi yang kecil bila dibandingkan pada persentase volume TBP 80%, pada persentase volume 100% juga terjadi kesulitan dalam dekantasi atau pemisahan fase air dan fase organik sebagai akibat sifat hidrodinamika dari pelarut tersebut, sehingga apabila pada persentase volume TBP 100% diterapkan pada industri kurang menguntungkan.

E. Penentuan Konsentrasi Asam Sitrat Mula-Mula

Penelitian ini diawali dengan melakukan pembuatan model limbah, yaitu melarutkan sebanyak 5 g/l asam sitrat ke dalam akuades. Penentuan konsentrasi larutan dilakukan

dengan cara titrasi menggunakan larutan NaOH 0,088 N yang telah distandarisasi dengan asam oksalat.

F. Penentuan Konsentrasi Asam Sitrat Pada Fase Air Setelah Ekstraksi

Setelah dilakukan ekstraksi, selanjutnya dihitung harga konsentrasi asam sitrat pada fase air, maka didapatkan harga konsentrasi asam sitrat [HX]air dari masing-masing persentase pelarut TBP pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 3. Konsentrasi asam sitrat setelah ekstraksi [HX]air

Persentase (%) Pelarut TBP	[HX]air
10	0,0252
20	0,0246
30	0,0241
40	0,0213
50	0,0188
60	0,0175
70	0,0149
80	0,0117
90	0,0114
100	0,0110

Dari data pada tabel 3 dapat dilihat, terjadi penurunan konsentrasi asam sitrat pada fase air setelah ekstraksi [HX]air seiring dengan naiknya persentase volume tributilfosfat. Hal ini menunjukkan penurunan jumlah asam sitrat pada fase air karena asam sitrat terikat oleh tributilfosfat. Keadaan ini dapat dijelaskan, dengan meningkatnya volume tributilfosfat tersebut akan meningkatkan konsentrasi basa lewis pada gugus fosforil yang menyebabkan kemampuan untuk memutuskan ikatan hidrogen antara asam sitrat dan air akan semakin besar, sehingga asam sitrat yang dapat diekstrak menjadi semakin besar.

1. Penentuan Konsentrasi Asam Sitrat Pada Fase Organik

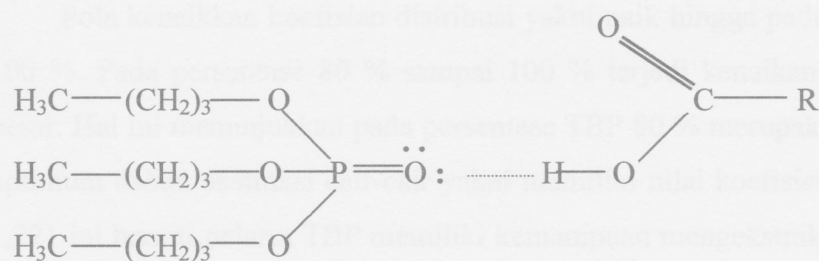
Dengan mengetahui nilai [HX]air, selanjutnya dapat ditentukan konsentrasi asam sitrat pada fase organik [HX]org. Nilai [HX]org dari masing-masing persentase pelarut TBP dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Konsentrasi asam sitrat pada fase organik [HX]org

Persentase (%) Pelarut TBP	[HX]org (M)
10	0,00078
20	0,00139
30	0,00189
40	0,00468
50	0,00718
60	0,00854
70	0,01108
80	0,01429
90	0,01459
100	0,01499

Dari data pada tabel 4 dapat dilihat, terjadi kenaikan [HX]org seiring dengan naiknya persentase volume tributilfosfat. Hal ini menunjukkan meningkatnya jumlah asam sitrat yang terekstraksi ke fase organik.

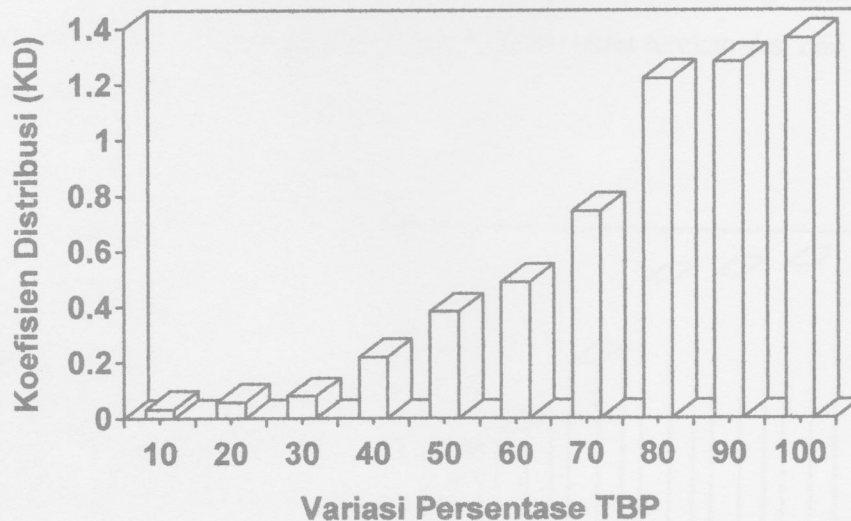
Keadaan ini dapat dijelaskan dengan naiknya konsentrasi tributilfosfat dalam komposisi pelarut tersebut akan menaikkan konsentrasi basa lewis sehingga kemampuannya untuk menarik asam sitrat menjadi semakin besar. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Putranto (2003.b) bahwa kenaikan konsentrasi tributilfosfat akan meningkatkan kekuatan gugus fosforil yang berfungsi untuk memutuskan ikatan hidrogen antara asam sitrat dengan air. Ikatan yang terbentuk dapat terlihat seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 5. Ikatan hidrogen antara TBP dengan asam karboksilat

2. Penentuan Harga Koefisien Distribusi (K_D)

Dengan mengetahui nilai $[HX]_{org}$ dan $[HX]_{air}$, maka dapat dihitung koefisien distribusi (K_D) dari masing-masing persentase fase organik dan dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini :



Gambar 6. Grafik perbandingan antara variasi persentase TBP dengan koefisien distribusi.

Dari gambar 6 di atas dapat terlihat koefisien distribusi yang diperoleh dari masing-masing persentase fase organik, besarnya koefisien distribusi naik seiring dengan naiknya persentase volume tributilfosfat. Hal ini disebabkan bahwa kenaikan konsentrasi tributilfosfat dalam komposisi pelarut tersebut akan menaikkan konsentrasi basa lewis.

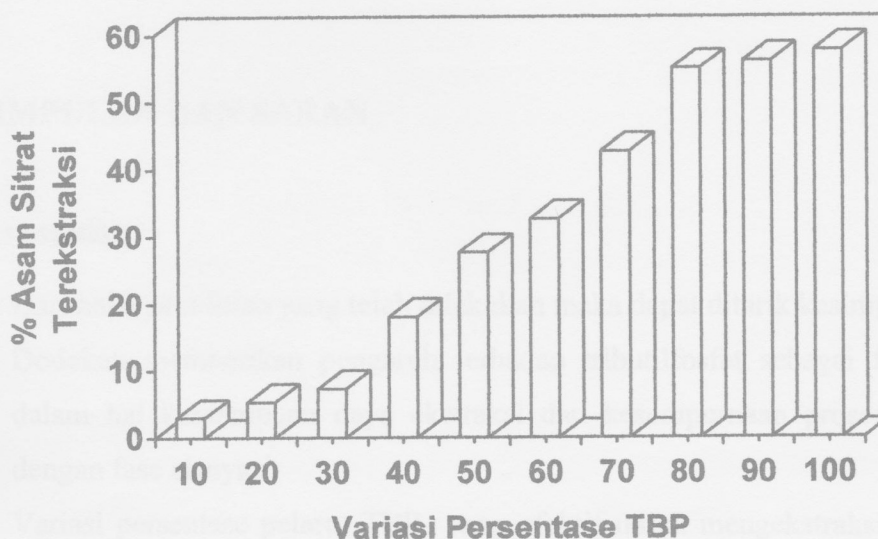
Pola kenaikan koefisien distribusi yakni naik hingga pada variasi persentase 100 %. Pada persentase 80 % sampai 100 % terjadi kenaikan yang tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan pada persentase TBP 80 % merupakan persentase yang optimum dalam ekstraksi cair-cair yakni memiliki nilai koefisien distribusi sebesar 1,221 ini berarti pelarut TBP memiliki kemampuan mengekstraksi asam sitrat yang ada dalam fase air sangat baik.

Pada grafik terlihat bahwa persentase volume TBP 90 % dan 100 % terjadi kenaikan nilai koefisien distribusi yang tidak begitu besar. Keadaan ini dapat dijelaskan dengan berkurangnya komposisi dodekan menyebabkan kestabilan

ikatan yang terbentuk cenderung menurun, sehingga nilai K_D pada persentase 90% dan 100 % kenaikannya tidak terlalu besar.

3. Penentuan Persentase Asam Sitrat Yang Terikat Pada Pelarut Organik

Dengan mengetahui berat asam sitrat pada fase organik kita dapat menghitung % asam sitrat yang terikat oleh fase organik pada masing-masing variasi persentase fase organik. Dari perhitungan diperoleh % asam sitrat terekstraksi dan dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Grafik perbandingan antara variasi persentase TBP dengan % asam sitrat terekstraksi.

Dari gambar 7 dapat terlihat bahwa % asam sitrat terekstraksi naik seiring dengan naiknya persentase volume tributilfosfat. Dengan demikian, dari variasi persentase fase organik yang dilakukan terhadap asam sitrat pada fase air, menunjukkan hasil maksimal yang diperoleh adalah pada variasi persentase 100% yakni sebesar 57,68 %. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya jumlah asam sitrat yang terikat pada fase organik bila dibandingkan dengan yang lain, namun bukan berarti konsentrasi fase organik 100 % adalah yang terbaik dalam mengekstraksi. Dapat kita lihat selisih dari jumlah asam sitrat yang terikat pada 100 % dengan 80 % tidak begitu besar yakni sebesar 0,004 gram namun jika dibandingkan dengan selisih dari jumlah asam sitrat yang terikat pada 80 % dengan 70 % cukup besar

yakni 0,0185 gram. Hal ini menunjukkan terjadi penurunan kemampuan dari fase organik dalam mengekstraksi asam sitrat pada fase air. Keadaan ini dapat dijelaskan, terjadi tarik menarik antara molekul dodekan dan rantai alkana dari TBP yang membentuk ikatan van der Waals akan meningkatkan sifat nonpolar sehingga TBP lebih mudah dipisahkan dengan air. Dengan berkurangnya komposisi dodekan menyebabkan daya tarik menarik antar molekul tersebut menurun sehingga mempengaruhi sifat hidrodinamika pada pemisahan antara fase air dan fase organik, hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh yakni kenaikan jumlah asam sitrat yang terekstraksi pada persentase TBP 90 % dan 100 % tidak terlalu besar.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan

1. Dodekan memberikan pengaruh terhadap tributilfosfat sebagai fase organik dalam hal kemampuan daya ekstraksi dan kesempurnaan proses pemisahan dengan fase airnya.
2. Variasi persentase pelarut TBP yang efektif untuk mengekstraksi asam sitrat adalah pada 80 % dengan nilai koefisien distribusi (K_D) sebesar 1,221.
3. Pada persentase volume TBP 100% pelarut memiliki daya partisi tertinggi yaitu sebesar 0,76 namun pada konsentrasi ini pada proses dekantasi mengalami kesulitan sehingga proses ekstraksinya kurang baik, sedangkan konsentrasi TBP yang terbaik untuk mengekstraksi asam malat dari fase airnya adalah pada persentase volume TBP 80% yang memiliki koefisien partisi 0,70 dan mampu mengekstraksi asam malat sebanyak 41%.

B. Saran

Berhubung asam malat dan asam sitrat yang terekstrak oleh pelarut tributilfosfat dan dodekana masih kecil, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari pelarut organik yang lebih baik dan lebih optimal dalam mengekstrak asam malat dari limbah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bailes P.J., Hanson C., Hugnes M.A., 1976, *Chem Eng.*, **19**, p 86-100.
2. Blumberg R., 1988, *Liquid-liquid Extraction.*, Academic press Ltd., London.
3. Cusack R.W., 1996., *Chem.Eng.Progress*, Environmental Protection, p 56-63.
4. Gardner W.H., 1986., *Food Acidulants.*, Allied Chemical Corp., 7.
5. Kertes A.S., King C.J., 1986., *Biotechnol. Bioeng.*, **28**, 277 .
6. Lo T.C., Baird M.H., Hanson C., 1983., *Handbook of Solvent Extraction.*, Wiley Interscience., New York.
7. Malmay G., Albet J., Putranto A., Hfida H., Molinier J., Recovery of Aconitic and Lactic Acids from Simulated Aqueous Effluents of the Sugar-cane Industry Through Liquid-liquid Extraction., *J.Chem.Technol Biotechnol.*, **75.**, 1-5, 2000.
8. Myrtil- Celestine D., Parfait A., 1988., *Int Sugar J.*, **90**, 28- 32.
9. Perry R.H., Chilton C.H., 1984., *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 6th Ed., Mc Graw-Hill., New York.
10. Stone-Chas G.B., 1984., In *Encyclopedia of Chemical Technology.*, vol 6., Kirk – Othmer, 3rd Ed., John Wiley & Sons Inc., New York.